

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-313017

(43)公開日 平成11年(1999)11月9日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 4 B 5/00

H 0 4 B 5/00

Z

G 0 6 K 17/00

G 0 6 K 17/00

F

H 0 1 Q 7/00

H 0 1 Q 7/00

審査請求 未請求 請求項の数13 F D (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-131361

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(22)出願日 平成10年(1998) 4 月24日

(72)発明者 石井 英一

東京都千代田区大手町 2 - 6 - 3 新日本
製鐵株式会社内

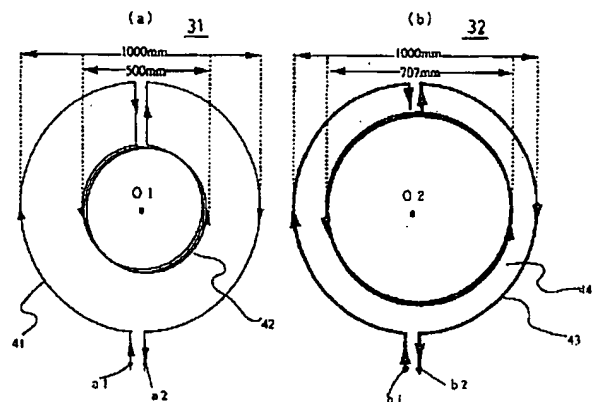
(74)代理人 弁理士 國分 孝悦

(54)【発明の名称】 リーダライタ用アンテナ装置

(57)【要約】

【課題】 送信アンテナ近傍領域では強い磁界を発生させ、遠ざかると急激に磁界強度が下がる特性を持つリーダライタ用送信アンテナ装置を提供する。

【解決手段】 2個の半径の異なる円形の小環状コイル 41, 42を同心になるように配置し、且つ互いに巻線方向を反対にして接続したものを1つの基本コイル31とし、この基本コイル31と、これとは半径が異なる円形の小環状コイル43, 44から成る別の基本コイル32とを、磁束が通過する方向から投影した場合に同心になるように層状に配置して構成することにより、基本コイルの近傍領域では強い磁界を発生させ、コイルから遠ざかると隣接するコイルの影響を受けて磁束がコイルから外方へ曲げられるために急激に磁界強度が低下するようにする。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 非接触型ICカードのアンテナコイル手段と磁氣的に結合され、該非接触型ICカードへ信号を送信するリーダライタ用送信アンテナ装置であって、面積が異なり、互いに相似の関係にある n 個($n \geq 2$)の小環状コイルを、面積の大きいものから順に1、2、…、 n 番目と番号をつけた場合に、奇数番目の小環状コイルに発生する磁界の向きと偶数番目の小環状コイルに発生する磁界の向きとが互いに逆になり、且つ同心になるように配置して一つの基本コイルを構成し、前記基本コイルを複数個積層することによって送信コイルを形成したことを特徴とするリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項2】 前記基本コイルを構成する n 個の小環状コイルは、時計回りの向きに電流が流れる第1の小環状コイル群と、反時計回りの向きに電流が流れる第2の小環状コイル群とに分類され、隣り合う番号の小環状コイルが互いに異なるコイル群に属するようにして配置されていることを特徴とする請求項1に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項3】 前記送信コイルを構成する全ての基本コイルが、磁束の通過する方向から投影した場合に同心に配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項4】 前記複数個の基本コイルは、それぞれ互いの最外周の小環状コイルを除く内側的小環状コイルの面積が全て異なることを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項5】 前記複数個の基本コイルの最外周の小環状コイルは同一の形状を有することを特徴とする請求項4に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項6】 前記小環状コイルの形状が略円形または略正多角形であることを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項7】 任意の1の基本コイルにおいて、 i 番目($i = 1 \sim n$)の小環状コイルの面積を S_i 、同コイルを流れる電流を I_i 、同コイルの巻線数を N_i とした場合、各小環状コイルごとに求められる積 $S_i \times I_i \times N_i$ を、奇数番目の小環状コイルについて足し合わせた値と、偶数番目の小環状コイルについて足し合わせた値とが略等しいことを特徴とする請求項1～6の何れか1項に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項8】 前記複数個の基本コイルのうち任意の1個の基本コイルが前記ICカードへ信号を送信するコイルとして選択され、選択される前記基本コイルが時間の経過と共に順次別の基本コイルに切り替わることを特徴とする請求項1～7の何れか1項に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項9】 請求項1～8の何れか1項に記載のリーダライタ用送信アンテナ装置と対にして用いられ、非接

触型ICカードから送られる信号を受信するリーダライタ用受信アンテナ装置であって、

前記受信アンテナ装置を構成する受信コイルは、前記送信コイルと同一の構造を有し、前記送信コイルの任意の1個の基本コイルに対して、これと対になる前記受信コイルの少なくとも1つの基本コイルが、前記送信コイルから発生する磁束の通過する方向から投影した場合に略重なり合うように積層して配置されていることを特徴とするリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項10】 請求項1～8の何れか1項に記載のリーダライタ用送信アンテナ装置と対にして用いられ、非接触型ICカードから送られる信号を受信するリーダライタ用受信アンテナ装置であって、

同一平面内の1点で交差する n 本の軸で区切られる $2n$ 個の領域にそれぞれ配置された $2n$ 個の小ループコイルを有し、前記 $2n$ 個の小ループコイルが、互いに隣接する小ループコイルに誘起される電流の向きが逆向きになるように接続された基本コイルを有する第1のユニットコイルと、

面積が異なり、互いに相似の関係にある m 個($m \geq 2$)の小環状コイルを、面積の大きいものから順に1、2、…、 m 番目と番号をつけた場合に、奇数番目の小環状コイルに誘起される電流の向きと、偶数番目の小環状コイルに誘起される電流の向きとが互いに逆になるように接続され、且つ、前記 m 個の小環状コイルが同心になるように配置して構成された第2のユニットコイルとを有し、

前記送信コイルから発生する磁束の通過する方向から投影した場合に、前記第2のユニットコイルの最内周の小環状コイルによって、前記第1のユニットコイルを構成する全ての小ループコイルの各々の内部領域が半径方向に2つの部分に分割されるように積層して配置された受信アンテナを有することを特徴とするリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項11】 前記送信コイル及び前記第1、第2のユニットコイルを構成する全てのコイルの中心点及び軸の交差点が、前記送信コイルから発生する磁束の通過する方向から投影した場合に略重なり合うように積層して配置されていることを特徴とする請求項10に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項12】 1個の基本コイルを構成する $2n$ 個の小ループコイルの形状が全て等しいことを特徴とする請求項10または11に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【請求項13】 前記第1のユニットコイルは複数の基本コイルから構成され、任意の1個の基本コイルの任意の2本の軸に挟まれて形成される角のうち最も小さい角度を有する角の角度を θ とした場合、少なくとも1つの基本コイルは他の基本コイルに対し、コイル面に水平な面内で軸の交差点を中心に θ よりも小さい角度だけ回転

して配置されていることを特徴とする請求項10～12の何れか1項に記載のリーダライタ用アンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アンテナ装置及びそれと同等な装置における雑音を相殺するための装置に関し、特に、非接触型ICカードの送受信アンテナコイル手段と磁氣的に結合され、該ICカードに信号を送信するリーダライタ用の送信アンテナ装置、及びこれと対にして用いる受信アンテナ装置に用いて好適なものである。

【0002】

【従来の技術】近年の情報化時代にあつて、電子マネーやクレジットカード等のカード分野においては、ICを搭載したいわゆるICカードの実用化が進んできている。このICカードに対して記録媒体書き込み／読み取り装置（リーダライタ）から電力を供給したり、データをやりとりしたりする方法としては、アンテナコイルを用いて磁氣的に非接触で行うものが提案されている。この方法は、電気接点を必要とする接触型の方法に比べて、取り扱いの容易さや耐久性などにおいて優れているため、今後の主流となることが期待されている。

【0003】図11に、この非接触型のICカードとリーダライタとの一例を示す。また、図11中のリーダライタ2の送信コイル6、受信コイル7及びICカード3のアンテナコイル8の部分を拡大した立体斜視図を、図12に示す。

【0004】リーダライタ2とICカード3との動作関係は、①リーダライタ2からICカード3へと電力のみが供給される状態（スタンバイモード）、②リーダライタ2からICカード3へとデータが送信される状態（送信モード）、③ICカード3からリーダライタ2へとデータが送信される状態（受信モード）の3つの状態に大別される。以下、各状態におけるリーダライタ2とICカード3との内部動作の概略を図面を用いて説明する。

【0005】まず、リーダライタ2からICカード3へ電力のみが供給される場合、すなわちスタンバイモードについて説明する。図11において、リーダライタ2では、一定振幅の高周波信号が発振回路11から送信回路12へ供給され、ドライバ13を介して送信コイル6に送られる。このとき、リーダライタ2にICカード3が装着されている場合には、リーダライタ2の送信コイル6とICカード3のアンテナコイル8とが電磁結合されている。

【0006】そのため、ICカード3においては、リーダライタ2の送信コイル6からICカード3のアンテナコイル8を介して高周波信号が送受信回路4に供給される。この高周波信号は、整流回路21で整流され、電源回路22に供給されてICカード3の各部に必要な所定の電源電圧が生成される。

【0007】次に、リーダライタ2からICカード3へデータが送信される場合、すなわち送信モードについて説明する。図11において、リーダライタ2では、ホスト1などからのデータがCPU15で処理されて送信回路12へ送られる。この送信回路12では、上述したスタンバイモードと同様に一定振幅の高周波信号が発振回路11から供給されており、この高周波信号が上記データで変調されて変調高周波信号が出力される。この変調高周波信号がドライバ13を介して送信コイル6に送られる。

【0008】このとき、リーダライタ2にはICカード3が装着されており、リーダライタ2の送信コイル6とICカード3のアンテナコイル8とが電磁結合されている。そのため、ICカード3においては、リーダライタ2の送信コイル6からICカード3のアンテナコイル8を介して変調高周波信号が送受信回路4に供給される。

【0009】この変調高周波信号は、上述したスタンバイモードと同様に整流回路21で整流され、電源回路22に供給されてICカード3の各部に必要な所定の電源電圧が生成される。また、アンテナコイル8の出力信号は受信回路23にも供給され、この部分でデータが復調されてCPU5に供給される。CPU5は、タイミング回路25及びリセット回路26の出力に基づいて動作し、供給されるデータを処理して所定のものを図示しないメモリに書き込む。

【0010】最後に、ICカード3からリーダライタ2へデータが送信される場合、すなわち受信モードについて説明する。図11において、リーダライタ2の送信回路12からは上述したスタンバイモードと同様に無変調で一定振幅の高周波信号が出力され、ドライバ13、送信コイル6、アンテナコイル8を介してICカード3に送られる。

【0011】このとき、リーダライタ2にはICカード3が装着されており、リーダライタ2の送信コイル6とICカード3のアンテナコイル8とが電磁結合されている。そのため、ICカード3においては、リーダライタ2の送信コイル6からICカード3のアンテナコイル8を介して高周波信号が送受信回路4に供給される。この高周波信号は、整流回路21で整流され、電源回路22に供給されてICカード3の各部に必要な所定の電源電圧が生成される。

【0012】一方、ICカード3においては、図示しないメモリから読み出されたデータがCPU5で処理されて送信回路24に供給される。送信回路24は、例えば付加抵抗とスイッチとからなり、データの“1”、“0”ビットに応じてこのスイッチがオン、オフする。このように送信回路24のスイッチがオン、オフすると、アンテナコイル8に対する負荷が変動する。

【0013】このため、リーダライタ2においては、受信コイル7に流れる高周波電流の振幅が変動する。すな

わち、この高周波電流は、ICカード3のCPU5から送信回路24に供給されるデータによって振幅変調される。この変調高周波信号が受信回路14で復調されてデータが得られる。このデータはCPU15で処理されて、ホスト1などに送られる。

【0014】ところで、このICカード3の用途としては、上述したクレジットカードや電子マネーのように、一度に1枚のカードを取り扱うもののほかに、書籍の管理や商品在庫管理のように、複数の本または商品にICカード3を1枚ずつ取り付け、これらの本または商品の情報をリーダライタ2で読み取る、あるいはこれらの本または商品の中から特定のものを検索するといったように、一度に複数のカードを取り扱う場合がある。

円形コイル軸上の点Aにおける磁界強度 H_A

$$= I \times N \times r^2 / 2 \times (r^2 + a^2)^{3/2}$$

(I:コイルに流れる電流、N:コイルの巻数、r:コイルの半径、a:コイル

ルの中心から点Aまでの距離)……(1)

【0017】図13中の黒丸●印は標準コイル、黒四角■印は標準コイルに比べてコイル半径を2倍に、コイルに流す電流量を3倍にして強磁界を発生させるための強磁界コイルについてプロットしている。また、図の縦軸は標準コイルのコイル中心に発生する磁界強度で規格化した磁界強度を表し、横軸はコイルからの距離を表している。

【0018】ここで、コイルからサービスエリア境界部までの最大距離を T_{SA} とすると、標準コイルに変えて強磁界コイルを用いると、距離 T_{SA} までの範囲、すなわちサービスエリア内部領域での磁界強度は強まるが、サービスエリア外部領域の磁界強度まで強まってしまい、遠くまで強力な磁界が保たれることになる。

【0019】このように遠くまで強い磁界が発生する状態で複数のリーダライタ2を近接して使用すると、各リーダライタ2の送信コイル6から発せられた磁界が互いに影響しあってICカード3が誤動作してしまう可能性がある。よって、ICカード3の情報を検出しなければならぬ領域(サービスエリア)の外の磁界強度をできるだけ微弱に抑えたい。

【0020】そこで本発明の目的は、リーダライタの送信アンテナ近傍領域では強い磁界を発生させ、送信アンテナから遠ざかると急激に磁界強度が下がる特性を持つ電磁結合型の送信アンテナ装置を提供することにある。

【0021】また、本発明の別の目的は、上記の特性を持つ送信アンテナ装置と対にして使用し、非接触ICカードからリーダライタに送られる信号以外の信号、例えば送信アンテナ装置から非接触ICカードへ発せられる信号などを効率よく相殺しつつ、該非接触ICカードからリーダライタに送られる信号を効率よく検出することが可能な受信アンテナ装置を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため

【0015】このような場合には、ICカード3を小さくし、リーダライタ2の送受信コイル6、7を大きくする必要がある。また、ICカード3を小さくした場合、当然に内蔵されているアンテナコイル8も小さくなるので、ICカード3を動作させるのに必要な電力を供給するためには、リーダライタ2の送信コイル6に発生させる磁界強度を強くする必要がある。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】ここで、リーダライタ2の送信コイル6を円形コイルと仮定した場合のコイル軸上に発生する磁界強度を、図13に示す。この図13は、下記の(1)式に基づき計算されたものである。

に、本発明のリーダライタ用アンテナ装置は、非接触型ICカードのアンテナコイル手段と磁気的に結合され、該非接触型ICカードへ信号を送信するリーダライタ用送信アンテナ装置であって、面積が異なり、互いに相似の関係にある n 個($n \geq 2$)の小環状コイルを、面積の大きいものから順に1、2、…、 n 番目と番号をつけた場合に、奇数番目の小環状コイルに発生する磁界の向きと偶数番目の小環状コイルに発生する磁界の向きとが互いに逆になり、且つ同心になるように配置して一つの基本コイルを構成し、この基本コイルを複数個積層することによって送信コイルが形成されている。

【0023】奇数番目のコイルと偶数番目コイルに発生する磁界の向きを互いに逆にする手段としては、基本コイルを構成する n 個の小環状コイルを、時計回りの向きに電流が流れる第1の小環状コイル群と、反時計回りの向きに電流が流れる第2の小環状コイル群とに分類し、例えば隣り合う番号の小環状コイルが互いに異なるコイル群に属するようにすることで、連続する番号の小環状コイルに流れる電流の向きが互いに逆になるようにして配置することによって実現できる。

【0024】ここで、 i 番目($i=1 \sim n$)の小環状コイルについてコイルの面積を S_i 、コイルを流れる電流を I_i 、コイルの巻線数を N_i としてこれらの積 $T_i (= S_i \times I_i \times N_i)$ を算出し、奇数番目の小環状コイルについてこの積 T_i を足し合わせた値(n が偶数の場合: $\sum T_i$ ($i=1,3,5,\dots,n-1$)、 n が奇数の場合: $\sum T_i$ ($i=1,3,5,\dots,n$))と、偶数番目の小環状コイルについてこの積 T_i を足し合わせた値(n が偶数の場合: $\sum T_i$ ($i=2,4,6,\dots,n$)、 n が奇数の場合: $\sum T_i$ ($i=2,4,6,\dots,n-1$))とがほぼ等しくなるように各小環状コイルの面積 S 、電流 I 、巻線数 N が設定されることが好ましい。

【0025】また、送信コイルを構成する全ての基本コ

イルは、磁束の通過する方向から投影した場合に同心に配置されていることが好ましい。更に、少なくとも各基本コイルの最外周に位置する小環状コイルを除いた全ての小環状コイルの面積が異なっていることが好ましい。更に好ましくは、これらの小環状コイルの形状が略円形または略正多角形である。

【0026】さらに、本発明の別の態様によるリーダライタ用アンテナ装置は、上述した送信アンテナ装置と対にして用いられる受信アンテナ装置であって、この受信アンテナ装置を構成する受信コイルは、送信アンテナ装置の送信コイルと同一の構造を有し、送信コイルから発生する磁束の通過する方向から投影した場合に、送信コイルを構成する基本コイルと、これと対応する受信コイルを構成する基本コイルとがほぼ重なるように積層して形成されている。

【0027】また、本発明の更に別の態様によるリーダライタ用アンテナ装置は、同一平面内の1点で交差する n 本の軸で区切られる $2n$ 個の領域にそれぞれ配置された $2n$ 個の小ループコイルを有し、前記 $2n$ 個の小ループコイルが、互いに隣接する小ループコイルに誘起される電流の向きが逆向きになるように接続された基本コイルを有する第1のユニットコイルと、面積が異なり、互いに相似の関係にある m 個($m \geq 2$)の小環状コイルを、面積の大きいものから順に1、2、…、 m 番目と番号をつけた場合に、奇数番目の小環状コイルに誘起される電流の向きと、偶数番目の小環状コイルに誘起される電流の向きとが互いに逆になるように接続され、且つ、 m 個の小環状コイルが同心になるように配置して構成された第2のユニットコイルとを有し、送信コイルから発生する磁束の通過する方向から投影した場合に、第2のユニットコイルの最内周の小環状コイルによって、第1のユニットコイルを構成する全ての小ループコイルの各々の内部領域が2つの部分に分割されるように積層して形成された受信アンテナを有する。

【0028】ここで、送信コイル及び受信コイルを構成する全てのコイルの中心点及び軸の交差点が、送信コイルから発生する磁束の通過する方向から投影した場合に略重なり合うように積層して配置されていることが望ましい。また、第1のユニットコイルは複数の基本コイルから構成され、任意の一個の基本コイルの任意の2本の軸に挟まれて形成される角のうち最も小さい角度を有する角の角度を θ とした場合、少なくとも1つの基本コイルは他の基本コイルに対し、コイル面に水平な面内で軸の交差点を中心に θ よりも小さい角度だけ回転して配置されていることが望ましい。

【0029】本発明によると、リーダライタ用の送信アンテナ装置を複数の基本コイルで構成し、面積が異なり互いに相似の関係にある複数の小環状コイルを、面積の大きい順に番号を付けた場合に連続する番号のコイルに発生する磁界の向きが逆になるように、且つ、同心に配

置して一つの基本コイルを構成することで、各小環状コイルに大きな電流を流して強い磁界を発生させた場合にも、隣接する小環状コイル同士の反対向きの磁界が干渉しあい、隣接する小環状コイルに向かって磁束が曲げられるので、基本コイルから遠ざかると急激に磁界強度を下げる事が可能となる。

【0030】また、複数の基本コイルをそれぞれ面積の異なる小環状コイルで構成し、磁束が通過する方向から投影した場合に各小環状コイルが重ならないよう層状に配置してアンテナ装置を構成することで、1つの基本コイルの上方においては磁界が及ばない領域が存在するが、この部分については別の基本コイルに補完することが可能であるので、サービスエリア全域にわたって磁界を発生させることができる。

【0031】また、この送信アンテナ装置と対にして用いる受信アンテナ装置として、上述した送信アンテナ装置と同じ構成のものをを用いることで、外部のノイズにより各小環状コイルには誘導電流が生じるが、隣接する小環状コイルでは流れる電流の向きが逆になるのでトータルループとしては電流がキャンセルされ、ICカードからの信号を効率よく検出することが可能となる。

【0032】すなわち本発明によれば、サービスエリア内には全域にわたって強力な磁界を発生させ、サービスエリア外では急激に磁界強度が下がる特性を持つリーダライタ用送信アンテナ装置と、これと対にして使用する、外部からのノイズをキャンセルする能力に優れてICカードからの信号を効率よく検出することができる受信アンテナ装置とが得られる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態によるリーダライタ用送信アンテナ装置のコイルを示す立体斜視図、図2は、図1に示した2枚のコイルをそれぞれ別に上方からみた平面図、図3は、図2(a)のコイルの最内周に位置する小環状コイルに発生する磁界を模式的に示した図、図4は、図1の各コイルを上方からみた平面図である。

【0034】なお、本実施の形態による送信アンテナ装置をリーダライタの送信コイルとして用いる場合の回路ブロック図は図11と同様であり、アンテナコイル及び送信コイルとの位置関係は図12と同様であるので、記載を省略する。

【0035】図1に示すように、本実施の形態の送信アンテナ装置は、2枚の基本コイル31、32から構成されており、各基本コイル31、32はX-Y平面に水平に配置され、Z方向に所定間隔をもって層状に重ねられている。2枚の基本コイル31、32はそれぞれ、図2(a)、(b)に示すように、2個の円形の小環状コイル41、42および43、44を同心円上に配置し、接続した構造をとっている。

【0036】ここで、図2(a)に示す一方の基本コイル31では、端子a1から端子a2に向かって電流を流したときに、外側の小環状コイル41には時計回り方向、内側の小環状コイル42には反時計回り方向に電流が流れるように小環状コイル41、42間が接続されている。また、図2(b)に示す他方の基本コイル32では、端子b1から端子b2に向かって電流を流したときに、外側の小環状コイル43には時計回り方向、内側の小環状コイル44には反時計回り方向に電流が流れるように小環状コイル43、44間が接続されている。

【0037】すなわち、上述した方向に電流を流したとき、外側の小環状コイル41、43には紙面手前から裏側方向へ垂直磁界が発生し、内側の小環状コイル42、44には紙面裏側から手前方向に垂直磁界が発生する。

【0038】図3は、1つの小環状コイルに発生する磁束を模式的に示す図である。同図に示すように、小環状コイルに発生する磁束は、コイル面から近い位置ではコイルに対して垂直方向にのびているが、コイルから離れるに従ってその向きを変え、コイルの外方へ向かって広がっていく。図3(b)に示す本実施の形態の場合では、小環状コイル42を取り囲んでいる小環状コイル41に逆向きの磁界が生じているために、この磁界の影響を受けて、小環状コイル42に発生する磁束が図3

$$|I_{41} \times N_{41} \times \pi (r_{41})^2| = |I_{42} \times N_{42} \times \pi (r_{42})^2|$$

すなわち

$$N_{41} \times (r_{41})^2 = N_{42} \times (r_{42})^2 \quad \dots\dots (2)$$

【0041】これより、本実施の形態においては、基本コイル31については外側の小環状コイル41を半径500mm、巻線数1ターン、内側の小環状コイル42を半径250mm、巻線数4ターンと設定した。同様に、基本コイル32については外側の小環状コイル43を半径500mm、巻線数1ターンとし、内側の小環状コイル44を半径354mm、巻線数2ターンと設定した。

【0042】例えば図2(a)の場合、端子a1から端子a2に向かって電流を流したときに、小環状コイル42の内側領域では紙面裏側から手前方向に向かって磁界が発生し、小環状コイル41の内側且つ小環状コイル42の外側の領域では紙面手前から裏側方向に向かって磁界が発生するが、小環状コイル42の近傍では両コイルの磁界が互いに打ち消し合って、見かけ上磁界が発生していない領域ができてしまう。

【0043】しかし、本実施の形態の送信アンテナ装置は、上面から見た場合、図4に示すように一方の基本コイル31の中心O1と他方の基本コイル32の中心O2とがほぼ重なり合うように配置されている。このように配置することで、一方の基本コイル31だけをみると、小環状コイル42の上部に磁界が発生していない領域、つまりICカード3を駆動できない領域ができてしまうが、この領域は他方の基本コイル32の小環状コイル44の内部領域が重ねられているので、この小環状コイル

(a)に示す従来の場合よりも、コイル面に近い位置で小環状コイル41の方に向かって曲げられている。

【0039】このため、コイル面に近い位置では、置かれたICカード27aまたは27cを通過する磁束の量は、従来のように単一のコイルに同一電流を流した場合と本実施の形態とで変わらないが、コイルから離れた位置では、置かれたICカード27bまたは27dのコイルを通過する磁束の量は、従来の場合よりも本実施の形態のほうが少なくなる。すなわち、本実施の形態の送信アンテナ装置を用いると、コイルに近い位置では強力な磁界を発生させ、コイルから離れるにつれて急激に磁界強度を弱めることができる。

【0040】なお、各小環状コイルの半径と巻線数は、上述の(1)式において、 $r \ll a$ の条件下で、奇数番目の小環状コイル41、43によって発生する磁界強度の総和と、偶数番目の小環状コイル42、44によって発生する磁界強度の総和との絶対値が等しくなるように決定される。すなわち、基本コイル31については、小環状コイル41の半径を r_{41} 、電流を I_{41} 、巻線数を N_{41} ターンとし、小環状コイル42の半径を r_{42} 、電流を I_{42} ($= -I_{41}$)、巻線数を N_{42} ターンとした場合、次の(2)式を満足させるようにそれぞれのコイルの半径及び巻線数を決めればよい。

44から発生する磁界が及ぶことになる。よって、ICカード3を駆動させたいサービスエリア(ここでは小環状コイル41及び43の上方領域に相当する)の全域に磁界を発生させることができる。

【0044】次に、本実施の形態のリーダライタ用送信アンテナ装置を用いてICカード3を駆動させる方法について、図1及び図11を用いて説明する。図11において、リーダライタ2では、一定振幅の高周波信号が発振回路11から送信回路12へ供給され、ドライバ13を介して送信コイル6に送られる。ここで、リーダライタ2の送信コイル6は、図1に示したように2枚の基本コイル31～32から構成されており、上述の高周波信号は、まず基本コイル31のみに送られる。

【0045】基本コイル31に信号が送信され、基本コイル31とサービスエリア内にあるICカード3との通信完了後に、図示しないタイミング回路により、信号の送信されるコイルが基本コイル32へと切り替わる。同様にして、高周波信号は基本コイル32から基本コイル31へと、応答のあったICカード3との通信終了後に順次切り替わるように設定されている。

【0046】言い換えると、送信コイル6を構成している2枚の基本コイル31、32の何れか一枚のコイルにのみ高周波信号が送信され、一度に複数の基本コイルに信号が送信されることがないように設定されている。よ

って、基本コイル間では磁界の干渉がなく、サービスエリア内には基本コイル31、32の何れか一つから発せられる強力な磁界が及んでいることになる。

【0047】このとき、リーダライタ2にICカード3が装着されている場合には、リーダライタ2の送信コイル6を構成する各基本コイル31、32の何れかとICカード3のアンテナコイル8とが電磁結合されている。そのため、ICカード3においては、リーダライタ2の送信コイル6からICカード3のアンテナコイル8を介して高周波信号が送受信回路4に供給される。この高周波信号は、整流回路21で整流され、電源回路22に供給されてICカード3の各部に必要な所定の電源電圧が生成される。

【0048】以上説明したように、本実施の形態のアンテナ装置は、2個の半径の異なる円形の小環状コイルを同心になるように配置し、且つ互いの巻線方向を反対にして接続したものを1つの基本コイルとし、この基本コイルと、これとは半径が異なる円形の小環状コイルから成る別の基本コイルとを、磁束が通過する方向から投影した場合に同心になるように層状に配置して構成することで、ICカードを駆動させたいサービスエリアの全域に強力な磁界を発生させることができ、且つサービスエリア外では磁界強度が急激に低下する特性を得ることができる。

【0049】また、本発明の第2の実施の形態として、ICカード3を駆動させたい領域が方形の場合は、図5に示すように、第1の実施の形態の送信アンテナ装置で用いた円形の小環状コイル41～44の代わりに、正方形の小環状コイル45～48を用いて基本コイル33、34を構成することもできる。この場合の小環状コイルの接続方法や2つの基本コイルの位置関係は、図1及び図4を用いて説明した第1の実施の形態と同様であるので記載を省略する。

【0050】また、コイルの1辺の長さや巻数は、上述の(2)式で用いた円形の小環状コイルの半径 r を、方形の小環状コイルの1辺の半分の長さや近似することができる。よって、本実施の形態においては、一方の基本コイル33を構成する外側の小環状コイル45を1辺1000mm、巻線数1ターン、内側の小環状コイル46を1辺500mm、巻線数4ターンと設定し、同様に他方の基本コイル34を構成する外側の小環状コイル47を1辺1000mm、巻線数1ターンと設定し、内側の小環状コイル48を1辺707mm、巻線数2ターンと設定することができる。

【0051】また、第3の実施の形態として、小環状コイル同士を配線で接続せず、同時に電流が流れる複数の小環状コイルの集合体を一つの基本コイルとすることもできる。この場合、一つの小環状コイルを複数の基本コイルで共有することができるという利点がある。

【0052】図6に、本実施の形態における送信アンテ

ナ装置を上方からみた平面図を示す。巻線方向が等しく同心に配置されている3個の円形の小環状コイル49～51において、コイルの巻始めをそれぞれ端子 e_1 、 f_1 、 g_1 、コイルの巻終わりをそれぞれ端子 e_2 、 f_2 、 g_2 とする。この場合も、各小環状コイル49～51の半径と巻線数は、第1の実施の形態の説明の中で述べた(2)式を用いて決定される。

【0053】すなわち、本実施の形態では、一方の基本コイル35を小環状コイル49、51で構成し、他方の基本コイル36を小環状コイル49、50で構成しているので、全ての小環状コイル49～51に流す電流量を一定とすると、小環状コイル49を半径500mm、巻線数1ターン、小環状コイル50を半径354mm、巻線数2ターン、小環状コイル51を半径250mm、巻線数4ターンと設定することができる。

【0054】このように構成した第3の実施の形態によるリーダライタ用送信アンテナ装置を用いてICカード3を駆動する方法について、図6及び図11を用いて以下に説明する。図11において、リーダライタ2では、一定振幅の高周波信号が発振回路11から送信回路12へ供給され、ドライバ13を介して送信コイル6に送られる。ここで、リーダライタ2の送信コイル6は、図6に示したように3個の小環状コイル49～51から構成されており、上述の高周波信号は、まず小環状コイル49、51に送られる。

【0055】このとき、小環状コイル49には端子 e_1 から端子 e_2 方向に電流を流し、小環状コイル51には端子 g_2 から端子 g_1 方向に電流を流す。これにより、小環状コイル49には紙面手前から裏側方向の磁界が発生し、小環状コイル51には紙面裏側から手前方向に磁界が発生するようになっている。すなわち、この時点では小環状コイル49、51が基本コイル35を構成していることになる。

【0056】この基本コイル35に信号が送信され、基本コイル35とサービスエリア内にあるICカード3との通信完了後に、図示しないタイミング回路により、小環状コイル51から小環状コイル50へと信号の送信されるコイルが切り替わる。なお、この切り替えは小環状コイル49に信号を送信し続けたままで行われる。

【0057】このとき、小環状コイル49には端子 e_1 から端子 e_2 方向に電流を流し、小環状コイル50には端子 f_2 から端子 f_1 方向に電流を流す。これにより、小環状コイル49には紙面手前から裏側方向の磁界が発生し、小環状コイル50には紙面裏側から手前方向に磁界が発生するようになっている。すなわち、この時点では、小環状コイル49、50が基本コイル36を構成していることになる。後は、同様にサービスエリア内にあるICカード3と基本コイルとの通信が終了する度に、高周波信号が小環状コイル50と小環状コイル51との間で交互に切り替わる。

【0058】このように、複数の独立した小環状コイル49～51を送信回路12に個々に接続し、コイルに流す電流の向きと電流を送るタイミングとを制御することで送信アンテナ装置を構成することもできる。この場合、コイルの巻線数を適切に設定すれば、同じ半径の小環状コイルを複数使用する必要がなくなり、使用するコイル数が削減できる。

【0059】例えば、図2に示した第1の実施の形態では、2枚の基本コイル31、32を構成するために2個の同じ半径と巻線数の小環状コイル41、43を必要としたが、本実施の形態ではこの2個の小環状コイル41、43の役割を1個の小環状コイル49が兼ねることができる。よって、すべての小環状コイル49～51を同一平面内に配置することが可能となり、送信アンテナ装置の薄型化も実現することができる。

【0060】更に、第4の実施の形態としては、図1～4に示した第1の実施の形態の送信アンテナ装置と対にして、これと同じ構成のアンテナ装置をリーダライタ用の受信アンテナ装置（図11の例では受信アンテナ7）として用いると、ICカード3からの信号を効率よく検出することができる。

【0061】図7に、本実施の形態の受信アンテナ装置と送信アンテナ装置との立体斜視図を示す。本実施の形態において、受信アンテナ7を構成する2つの基本コイル31b、32bは、送信アンテナ6の基本コイル31a、32aと同様にX-Y平面に水平に配置され、Z方向に所定間隔をもって層状に重ねられている。また、これらの基本コイル31a、32a、31b、32bはすべてz方向から投影した場合に同心に配置されている。

【0062】次に、本実施の形態におけるリーダライタ用の送受信アンテナ6、7を用いてICカード3との間で信号をやりとりする方法について、図7及び図11を用いて説明する。まず、リーダライタ2からICカード3へ信号を送信する方法について説明する。

【0063】図11において、リーダライタ2では、ホスト1などからのデータがCPU15で処理されて送信回路12へ送られる。この送信回路12には、第1の実施の形態において説明したスタンバイモードと同様に一定振幅の高周波信号が発振回路11から供給されており、この高周波信号が上記データで変調されて変調高周波信号が出力される。この変調高周波信号は、ドライバ13を介して送信コイル6に送られる。送信コイル6において、一定時間が経過する毎に変調高周波信号の供給が基本コイル31a、32aの間で切り替わるのはスタンバイモードの場合と同様である。

【0064】このとき、リーダライタ2にICカード3が装着されている場合には、リーダライタ2の送信コイル6を構成する基本コイル31a、32aのいずれかとICカード3のアンテナコイル8とが電磁結合されている。そのため、ICカード3においては、リーダライタ

2の送信コイル6からICカード3のアンテナコイル8を介して変調高周波信号が送受信回路4に供給される。この変調高周波信号は、スタンバイモードと同様に整流回路21で整流され、電源回路22に供給されてICカード3の各部に必要な所定の電源電圧が生成される。

【0065】また、アンテナコイル8の出力信号は受信回路23にも供給され、この部分でデータが復調されてCPU5に供給される。このとき、ICカード3のアンテナコイル8へは、送信コイル6を構成している基本コイル31a、32aから別々に信号が送信されるため、そのままではICカード3は複数回信号を受信したものと認識してしまうが、リーダライタ2側で識別して処理することが可能である。CPU5は、タイミング回路25及びリセット回路26の出力に基づいて動作し、供給されるデータを処理して所定のものを図示しないメモリに書き込む。

【0066】次に、ICカード3からリーダライタ2へデータが送信される場合、すなわち受信モードについて説明する。まず、第1の実施の形態で説明した方法でICカード3に電源電圧を供給し、ICカード3を駆動させる。ICカード3においては、図示しないメモリから読み出されたデータがCPU5で処理されて送信回路24に供給される。送信回路24は、例えば負荷抵抗とスイッチとからなり、データの“1”、“0”ビットに応じてこのスイッチがオン、オフする。このように送信回路24のスイッチがオン、オフすると、アンテナコイル8に対する負荷が変動する。

【0067】このため、リーダライタ2においては、受信コイル7に流れる高周波電流の振幅が変動する。すなわち、この高周波電流は、ICカード3のCPU5から送信回路24に供給されるデータによって振幅変調される。ここで、受信コイル7は図7に示すように2枚の基本コイル31b、32bから構成されており、このうち送信コイル6を構成する基本コイル31a、32aのうちアンテナコイル8へ信号を送っている基本コイルと、磁束が通過する面から投影した場合に重ね合わされている基本コイルとで検出される変調高周波信号が受信回路14へ送られる。例えば、端子a1と端子a2に電流が流れており、基本コイル31aが送信コイル6として選択されている場合は、端子a11と端子a12とが受信回路14へ接続されており、基本コイル31bが受信コイル7として選択される。

【0068】基本コイル31bを構成する小環状コイルの巻線の近傍にその中心部がくるようにアンテナコイル8が配置されている場合、アンテナコイル8から発せられる信号により、2つの小環状コイルに向きが互いに反対で同じ量の電流が誘導される。この2つの小環状コイルに生じる電流は相殺しあうので、基本コイル31bのトータルループとして見た場合は振幅変調がなされない。すなわち、この領域ではICカード3からの信号を

受信できない。

【0069】一方、送信コイル6として選択されている基本コイル31aでは、第1の実施の形態で説明したように、基本コイル31aを構成している小環状コイルの巻線の近傍領域では磁界が発生しない。よって、この領域に位置するICカード3は駆動されず、送信回路24のスイッチも動作しないために、アンテナコイル8に対する負荷の変動がなく、受信コイル7に流れる高周波電流を振幅変調することができない。すなわち、この領域はICカード3からリーダライタ2へ信号を送信することができない領域であり、受信コイル7側からみた場合には信号を受信する必要のない領域であるといえる。

【0070】ここで、磁束が通過する面から投影した場合に基本コイル31aと基本コイル31bとは同心に配置されているので、ICカード3のアンテナコイル8から見た場合に、両コイル31a、31bを構成する小環状コイルは重なり合う。よって、基本コイル31bを単独で見れば信号を受信できない領域が存在するが、基本コイル31aと組み合わせると、この領域は信号を受信する必要のない領域とほぼ一致することになり、基本コイル31aにより駆動されているICカード3からの全ての信号は、基本コイル31bで受信することができる。

【0071】なお、基本コイル31aでICカード3を駆動できず、基本コイル31bで信号を検出できない領域は、他の基本コイル32a、32bでカバーされているため、全体としてみればサービスエリア全域にわたって信号を検出することができる。最後に、上述の変調高周波信号は、受信回路14で復調されてデータが得られる。このデータはCPU15で処理されて、ホスト1などに送られる。

【0072】以上説明したように、本実施の形態では、2個の半径の異なる円形の小環状コイルを同心になるように配置し、且つ互いの巻線方向を反対にして接続したものを1つの基本コイルとし、この基本コイルと、これとは半径が異なる円形の小環状コイルから成る別の基本コイルとを、磁束が通過する方向から投影した場合に同心になるように層状に配置して構成した送信アンテナ装置と、これと同じ構成の受信アンテナ装置とを、磁束が通過する方向から投影した場合に全ての基本コイルが同心になるように積層して配置することで、ICカードを駆動させたいサービスエリアの全域に強力な磁界を発生させることができ、且つサービスエリア外では磁界強度が急激に低下する特性を得ることができるとともに、更にICカードからの信号を効率よく検出することが可能となる。

【0073】また、受信アンテナ装置においては、近距離であるサービスエリア内の信号源からの信号を感度よく受信することができるとともに、遠くからの雑音に対しては、受信アンテナ装置を構成する2つの小環状コ

イルに互いに向きが反対で同じ量の電流が誘導されるため、基本コイルのトータルループとしては電流が流れないので、ノイズキャンセル能力に優れ、サービスエリア内にあるICカードからの信号に対して高い検出感度が得られるという利点がある。

【0074】なお、本実施の形態において、送受信アンテナ装置は上述した構成でなくても良く、第2または第3の実施の形態に示した構成のアンテナ装置を用いることも可能である。

【0075】次に、第5の実施の形態として、図1～4に示した第1の実施の形態の送信アンテナ装置と対にして用いられる別の受信アンテナ装置の例を、図8に示す。図8に示す構成のアンテナ装置をリーダライタ用の受信アンテナ装置として用いると、外部の雑音に対するノイズキャンセル能力のみならず、送信アンテナ装置からの信号をキャンセルする能力が向上し、ICカード3からの信号を更に効率よく検出することができる。

【0076】図8(a)は、本実施の形態における受信アンテナ装置を構成する第1のユニットコイルのうちの1枚の基本コイルを上方から見た平面図であり、図8(b)は、受信アンテナ装置の全体を上方から見た平面図である。

【0077】本実施の形態の受信アンテナ装置は、図8(a)に示す構造の基本コイルを2枚重ね合わせて構成する第1のユニットコイルと、例えば図2(b)に示すように、異なる半径を持つ2個の円形小環状コイルを同心に配置して互いの巻線の向きが逆になるように接続した第2のユニットコイルとの計3枚のコイルから構成されている。各コイルはX-Y平面に水平に配置され、紙面に垂直なZ方向に所定間隔をもって層状に重ねられている。

【0078】ここで、第1のユニットコイルを構成する一方の基本コイル37aの構造について詳細に説明する。図8(a)に示すように、基本コイル37aは、円形の中心点J1を通る2本の軸101、102によって4つに分割された各領域に配置された4個の小ループコイル61～64から構成される。ここで、各小ループコイル61～64は形状、面積及び巻線数が等しくなされており、小ループコイル61、64は反時計回りの向きに、小ループコイル62、63は時計回りの向きに巻線方向が向くようにコイル同士が接続されている。

【0079】各小ループコイル61～64内を通過する磁束の量が等しい場合、例えば紙面手前から裏側方向に向かって一様な強さの垂直磁界が発生している場合、各コイル61～64には等しい大きさの電流が時計回りの向きに発生する。ここで、小ループコイル61、64と小ループコイル62、63とは互いに巻線方向が逆になるように結線されているので、基本コイル37a全体で見ただけでは電流はキャンセルされてゼロになる。

【0080】よって、基本コイル37aと送信コイル6

とを磁束が通過する方向から投影した場合に重なり合うように配置することで、外部からのノイズのみならず、送信コイル6からの信号もキャンセルすることができ、ICカード3からの信号のみを効率よく受信することができる。

【0081】ただし、小ループコイル61～64の境界領域では信号を検出することができないので、これを補完するために、同じ構造の基本コイル37b（図示せず）を、磁束が通過する方向から投影した場合に中心点J1が重なり合い、且つ、両基本コイル37a、37bを構成する小ループコイルの境界領域が重なり合わないように基本コイル37bの軸103、104を基本コイル37aの軸101、102に対して角度 γ 1だけ回転させて積層して配置し、第1のユニットコイルを構成する。各小ループコイルの境界領域が重なり合わないためには、角度 γ 1を0度より大きく、軸101と102とが成す角 θ 1よりも小さい角度とする必要がある。

【0082】また、第1のユニットコイルの各小ループコイルが集中する中心点J1付近もICカード3からの信号を検出することができないので、これを補完するために、この中心点J1付近をそのコイルの内部領域とするような第2のユニットコイル38を、第1のユニットコイルに積層して配置する。

【0083】このような第2のユニットコイルとしては、送信アンテナ装置を構成している基本コイルと同様の構造を持つもの、つまり、異なる半径を持つ2個の円形小環状コイルを同心に配置して互いの巻線の向きが逆になるように接続したものをを用いると、外部からのノイズをキャンセルすることができるので、ICカード3からの信号を効率よく検出することができる。

【0084】本実施の形態において、リーダライタ用の送受信アンテナを用いてICカード3との間で信号をやりとりする方法は、第4の実施の形態とほぼ同様であるので記載を省略する。ただし、第4の実施の形態では受信回路14へ接続される基本コイルが順次切り替わっていくのに対し、本実施の形態では受信コイル7を構成する全ての基本コイル37a、37b、38が受信回路14へ接続され、同時に動作するように設定されている。

【0085】ICカード3が複数の基本コイルの内部領域の上方に位置する場合、3枚のコイルがそれぞれ個別に信号を検出するので、あたかも3枚のICカードから信号が送信されているように認識してしまうが、リーダライタ2側で識別して処理することが可能である。

【0086】以上説明したように、本実施の形態の受信コイルによれば、外部からのノイズのみならず送信コイルからの信号もキャンセルすることができ、ICカード3からの信号のみを効率よく受信することができる。

【0087】なお、本実施の形態において、第1のユニットコイルとして、同じ構造を持つ2枚の基本コイルを組み合わせて用いたが、基本コイルの枚数は2枚以上で

もよい。また、同じ構造のものをを用いなくとも、同一平面内の1点で交差するn本の軸で区切られる2n個の領域にそれぞれ配置された巻線数及び面積の等しい2n個の小ループコイルを、互いに隣接するコイルに誘起される電流の向きが逆向きになるように接続した基本コイルであれば、異なる構造のコイルを自由に組み合わせて受信コイルを構成してもよい。

【0088】更に、第6の実施の形態として、第2の実施の形態に示したような複数の正方形の小環状コイルからなる送信コイルを送信アンテナ装置として用いる場合には、受信アンテナ装置として、図9(a)、(b)に示す構造の2枚の基本コイル39a、39bから成る第1のユニットコイルと、例えば図5(a)に示す構造の第2のユニットコイルとを、図10のように積層して配置したものをを用いることが好ましい。

【0089】この場合、第5の実施の形態の受信アンテナ装置との相違点は、第1のユニットコイルを構成する基本コイルの小ループコイルの形状を円形から正方形及び二等辺三角形に変更した点と、第2のユニットコイルを構成する小環状コイルの形状を円形から正方形に変更した点である。各小ループコイル間の接続方法や基本コイルの配置方法、ICカード3との信号の送受信方法は、第5の実施の形態と全く同様である。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、非接触型ICカードと磁氣的に結合され、ICカードへ信号を送信するリーダライタ用アンテナ装置において、アンテナ装置近傍領域では強い磁界を発生させ、送信アンテナから遠ざかると急激に磁界強度が下がる特性を持つアンテナ装置を得ることができる。よって、本発明のリーダライタ用送信アンテナ装置を用いることで、複数の小さな非接触型ICカードを誤差動なく一度に駆動させることが可能となる。また、受信アンテナ装置についても同様に、アンテナ装置近傍領域では検出感度が高く、一方、遠くからの雑音に対しては感度を下げることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態によるリーダライタ用送信アンテナ装置の立体斜視図である。

【図2】図1の送信アンテナ装置を構成する基本コイル毎の平面図である。

【図3】図2の最内周に位置する小環状コイルに通過する磁束を従来のコイルに通過する磁束と比較して模式的に示した図である。

【図4】図1に示した送信アンテナ装置の平面図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態によるリーダライタ用送信アンテナ装置の基本コイル毎の平面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態によるリーダライタ用送信アンテナ装置の平面図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態によるリーダライタ用送受信アンテナ装置の立体斜視図である。

【図8】本発明の第5の実施の形態によるリーダライタ用受信アンテナ装置の平面図である。

【図9】本発明の第6の実施の形態によるリーダライタ用受信アンテナ装置の第1のユニットコイルを構成する基本コイル毎の平面図である。

【図10】本発明の第6の実施の形態によるリーダライタ用受信アンテナ装置の平面図である。

【図11】非接触型のICカードとリーダライタの回路構成を示すブロック図である。

【図12】図11中に示した送受信コイル及びアンテナコイルの部分拡大した立体斜視図である。

【図13】円形のコイルの中心軸におけるコイルからの

距離と磁界の強度との関係を示した図である。

【符号の説明】

2 リーダライタ

3 ICカード

6 送信コイル

7 受信コイル

8 アンテナコイル

31, 32 基本コイル

37 第1のユニットコイル

38 第2のユニットコイル

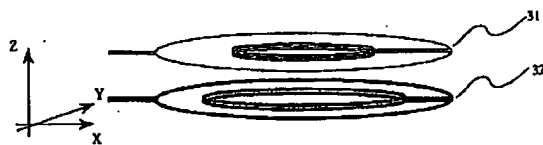
41~44 小環状コイル

61~64 小ループコイル

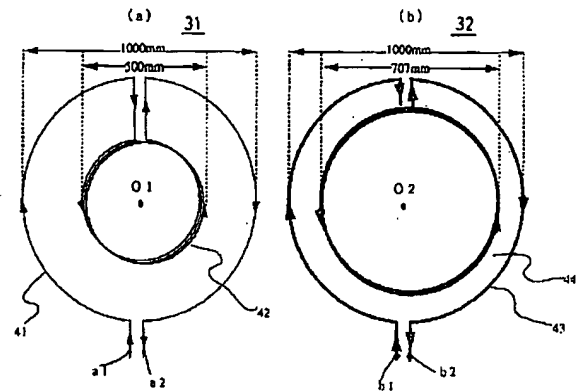
101~104 軸

O1, O2, J1 中心点

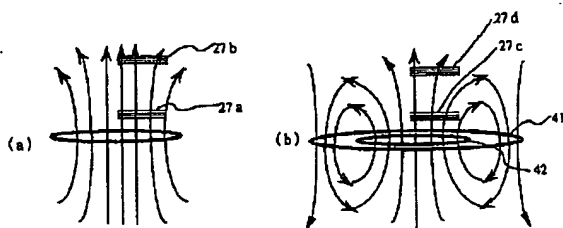
【図1】



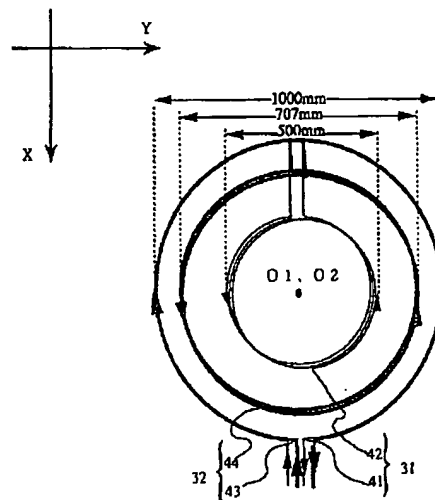
【図2】



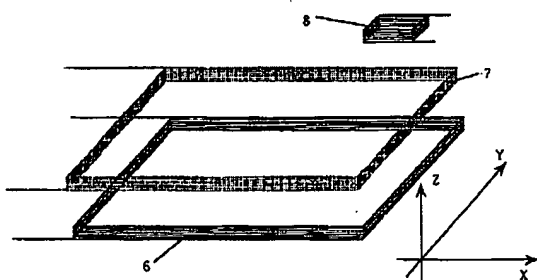
【図3】



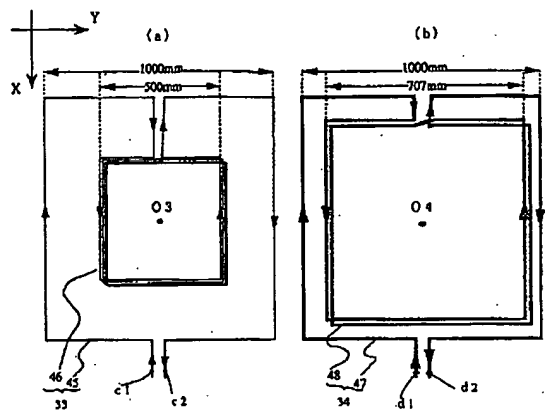
【図4】



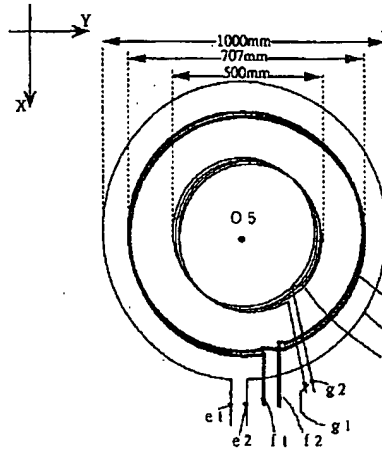
【図12】



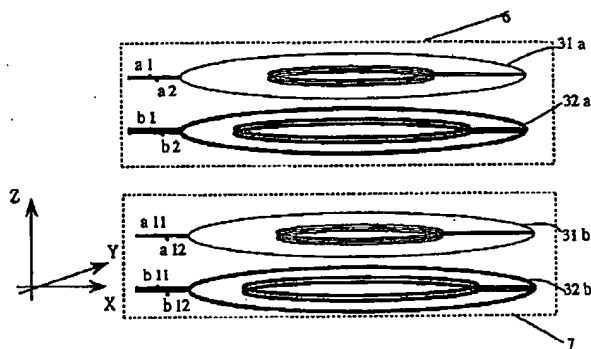
【図5】



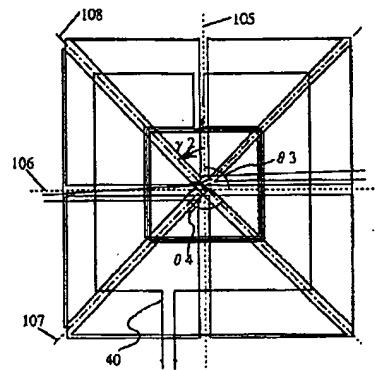
【図6】



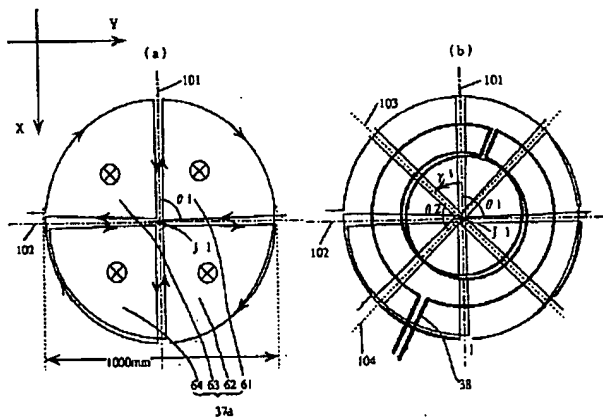
【図7】



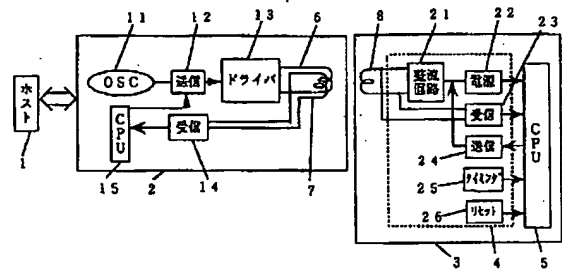
【図10】



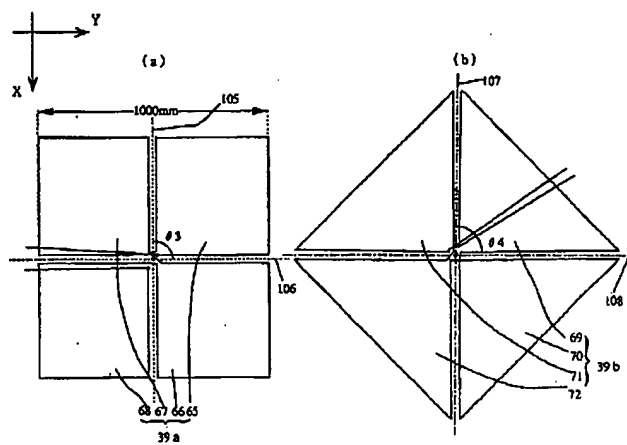
【図8】



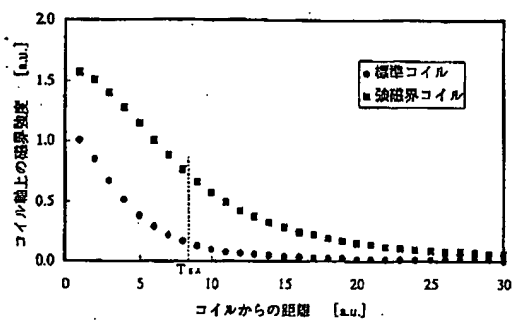
【図11】



【図9】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.